

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-346502

(43)公開日 平成5年(1993)12月27日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 5/08	A	9224-2K		
5/18		9018-2K		

審査請求 未請求 請求項の数4(全 8 頁)

(21)出願番号 特願平4-166211

(22)出願日 平成4年(1992)6月24日

(31)優先権主張番号 特願平4-122573

(32)優先日 平4(1992)4月16日

(33)優先権主張国 日本(J P)

(71)出願人 000001007

キャノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 寺田 順司

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノ  
ン株式会社内

(72)発明者 亀山 誠

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノ  
ン株式会社内

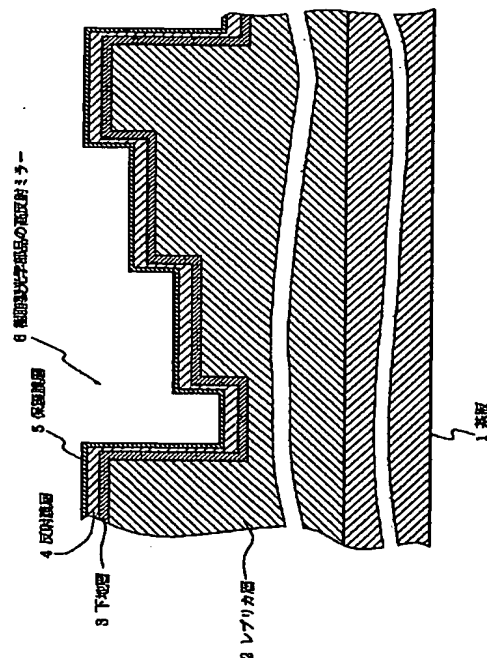
(74)代理人 弁理士 丸島 儀一

(54)【発明の名称】 樹脂製光学部品の高反射ミラー

(57)【要約】

【目的】 高温・高湿環境下においても高反射ミラーとしての面精度を高精度に維持する。

【構成】 基板1の片面には、順次、所定のピッチで配列された三段型格子形状をもつ樹脂製のレプリカ層2に対して密着性および耐湿性の良好な金属膜からなる下地層3、高反射率をもつ金属反射膜層4、金属反射膜層4を保護するための保護膜層5が積層されている。下地層3は、レプリカ層2の格子形状が複雑に変化・湾曲することを軽減させるため、室温乃至100℃の範囲において、レプリカ層2の熱膨張係数を100パーセントとしたときに6パーセント以上の熱膨張係数をもつ金属膜とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 階段型格子形状をもつ樹脂製のレプリカ層と、前記レプリカ層上に反射膜層が積層された色分解用の回折格子であって、

前記回折格子は、前記レプリカ層と前記反射膜層との間に、室温乃至100℃の範囲において、レプリカ層の熱膨張係数を100パーセントとしたとき6パーセント以上の熱膨張係数をもつ下地層が積層されたことを特徴とする樹脂製光学部品の高反射ミラー。

【請求項2】 下地層がタンタル、クロム、チタンまたは銅の単体もしくはこれらの2種以上からなる合金からなることを特徴とする請求項1記載の樹脂製光学部品の高反射ミラー。

【請求項3】 下地層の膜厚が500オングストローム以下としたことを特徴とする請求項1または2記載の樹脂製光学部品の高反射ミラー。

【請求項4】 下地層がタンタル、クロム、チタンまたは銅の単体もしくはこれらの2種以上からなる合金からなる金属膜層と誘電体膜層とが隣接する交互層からなることを特徴とする請求項1記載の樹脂製光学部品の高反

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、面精度を高精度に維持することができる樹脂製光学部品の高反射ミラーに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、樹脂製光学部品の高反射ミラーには、熱硬化性樹脂、熱可塑製樹脂、紫外線硬化性樹脂等からなる樹脂製のレプリカ層を光学ガラス等からなる基板上に積層し、前記レプリカ層の表面上に、順次、密着性と耐湿性の良好なSiO<sub>2</sub>等の酸化物膜からなる下地層、光を反射するためのCu、Al、Au等からなる金属反射膜からなる第2層、前記第2層の大気中の水蒸気等による腐食や粗面化防止のためのSiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等の保護膜からなる第3層を積層したものがある。

【0003】また、前記第3層に代えて、前期第2層の金属反射膜を保護するとともに増反射機能を付加したSiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、TiO<sub>2</sub>等からなる膜を二層以上積層したものがある。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記従来の技術は、室温乃至100℃の範囲において、前記レプリカ層の熱膨張係数を100パーセントとしたとき、前記下地層の熱膨張係数が5パーセント以下である。

【0005】このため、品質加速試験として的高温・高湿環境下における放置試験を実施すると、この熱膨張係数の差により前記レプリカ層の表面形状が歪み、ひいては樹脂製光学部品の高反射ミラーとしての面精度が劣化する。特に、レプリカ層の表面に微小な凹凸溝を多数設

けられた位相格子用樹脂製光学部品においては、各段の格子形状が複雑に変化・湾曲するため、反射率が5パーセント以上減少し、反射率のピーク波長が短波長側へ10ナノメートル以上シフトしてしまい、本来の反射型の色分解用回折格子としての光学機能が著しく損われる。

【0006】本発明は、上記従来の技術の有する未解決の課題に鑑みてなされたものであって、高温・高湿環境下においても高反射ミラーとしての面精度を高精度に維持することができる樹脂製光学部品の高反射ミラーを実現することを目的とするものである。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の樹脂製光学部品の高反射ミラーは、階段型格子形状をもつ樹脂製のレプリカ層と、前記レプリカ層上に反射膜層が積層された色分解用の回折格子であって、前記回折格子は、前記レプリカ層と前記反射膜層との間に、室温乃至100℃の範囲において、レプリカ層の熱膨張係数を100パーセントとしたとき6パーセント以上の熱膨張係数をもつ下地層が積層されたことを特徴とするものである。

【0008】また、下地層がタンタル、クロム、チタンまたは銅の単体もしくはこれらの2種以上からなる合金とするとよい。また、下地層は、タンタル、クロム、チタンまたは銅の単体もしくはこれらの2種以上からなる合金からなる金属膜層と誘電体膜層とが隣接する交互層としてもよい。

【0009】さらに、下地層の膜厚が500オングストローム以下とすることもできる。

## 【0010】

【作用】レプリカ層と前記レプリカ層と反射膜との間に積層された下地層との熱膨張係数の差が小さいため、レプリカ層の表面の格子形状が複雑に変化・湾曲することが軽減できる。このため、反射率のピーク波長の短波長側へのシフトも発生しない。

## 【0011】

【実施例】本発明の実施例を図面を参照しつつ説明する。

【0012】図1は、本発明の樹脂製光学部品の高反射ミラーを示す模式部分断面図である。

【0013】基板1は光学ガラス等からなり、基板1の片面には、順次、階段型格子形状をもつ樹脂製のレプリカ層である所定のピッチで配列された三段型格子形状をもつ樹脂製レプリカ層2、レプリカ層2に対して密着性および耐湿性の良好な金属膜からなる下地層3、高反射率をもつ金属反射膜層4、金属反射膜層4を大気中の水蒸気等による腐食と摩擦による粗面化等から防止するための保護膜層5が積層されている。

【0014】前記下地層3はレプリカ層2の格子形状が複雑に変化・湾曲することを軽減させるため、室温乃至100℃の範囲において、レプリカ層2の熱膨張係数を

100パーセントとしたときに6パーセント以上の熱膨張係数をもつ金属膜とする。レプリカ層2は紫外線硬化性樹脂製である。

【0015】このため、下地層3を構成する金属膜としては、タンタル、クロム、チタンまたは銅の単体もしくはこれらの2種以上からなる合金とするとよい。

【0016】また、レプリカ層2が吸水性を有するため、下地層3の金属膜の膜厚は、レプリカ層2から金属反射膜層4への腐食を防止することができる必要最小限の膜厚に形成する必要がある。このため下地層3の下限値は数10オングストロームとする必要がある。また、下地層3の膜厚の上限値は、例えば、紫外線硬化性樹脂材料を用いた場合には、その種類、照射エネルギーおよび照射時間等のレプリカ層2の成形条件と、金属反射膜層4の材料および膜厚と、保護膜層5の材料および膜厚とに関係し、500オングストローム以下とすることにより、良好な結果を得ることができる。ただし、基板1およびレプリカ層2からなる樹脂製光学部品に下地層3、金属反射膜層4および保護膜層5からなる高反射ミラーを形成する際の加工条件の再現性や生産性および使用環境を考慮すると、下地層3の好ましい膜厚は50乃至150オングストロームとなる。

【0017】このように構成された色分解用の回折格子は、室温乃至100℃の範囲において、各格子段の面精度が±30ナノメートル以下の変形量を満足するように反射膜構成(下地層3、金属反射膜層4、保護膜層5)が設けられている。

【0018】また、このように構成された色分解用の回折格子は、特開平2-214370号公報等において知られているカラー画像読取り装置に用いられる。

【0019】次に、本発明の各実施例を製造工程とともに説明する。

#### 【0020】実施例1

先ず、公知のレプリカ法によって、光学ガラスからなる基板1の片面に三段型格子形状をもつレプリカ層2を積層したいわゆるレプリカを製造し、表面に付着した汚染物を洗浄等により除去しておく。

【0021】ここで、レプリカ層2の反基板側の面に形成された格子形状は、次の形状に形成するとよい。

【0022】格子の凹部はピッチPが90〜190ミクロンのものであって、各凹部は深さの異なる3段の溝が階段状に形成されたものである。深さの最も深い第1段の溝の幅と基準面となるレプリカ層の表面の第4段の幅は $P \times 0.19$ ミクロン、2番目の深さの第2段の溝の幅と3番目の深さの第3段の溝の幅は $P \times 0.31$ ミクロンである。

【0023】また、各段の段差は第1段と第2段との第1段差、および第3段と第4段との第3段差が580〜740ナノメートルで、第2段と第3段との第2段差が590〜780ナノメートルとする。

【0024】さらに、各段の溝の幅の変化量を±2ミクロン以下とし、各段間の段差の変化量を±30ナノメートル以下とする。

【0025】次に、上記レプリカを公知の真空蒸着装置中にセットして、真空排気を行って $3 \times 10^{-4}$  Torr以上の高真空とし、抵抗加熱蒸着源や電子ビーム蒸着源にて、室温乃至100℃の範囲において、熱膨張係数がレプリカ層2の熱膨張係数を100パーセントとしたときに9.4パーセントである金属クロムを蒸発させ、レプリカ層2の表面に蒸着させて下地層3を形成した。

【0026】そののち、抵抗加熱蒸着源または電子ビーム蒸着源により、金属アルミニウムを蒸発させて、前記下地層3上に金属アルミニウム膜の膜厚が1000オングストロームになるように蒸着させて、金属反射膜層4を形成した。

【0027】ついで、電子ビーム蒸着源により、二酸化ケイ素を蒸発させて、二酸化ケイ素の膜厚が100オングストロームになるように蒸着させて保護膜層5を形成した。

【0028】そののち、真空蒸着装置の圧力を大気圧まで昇圧し、樹脂製光学部品の高反射ミラー6を取出す。

【0029】上述のようにして製造した実施例1の樹脂製光学部品の高反射ミラーについて、室温乃至100℃の範囲における各層の熱膨張係数と各層の膜厚を表1に示す。

【0030】

【表1】

構成名	材料名	熱膨張係数		蒸着膜厚 オングストローム
		$\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$	パーセント	
レプリカ層	紫外線硬化性樹脂	700	100	—
下地層	Cr	66	9.4	100
金属反射膜層	Al	250	35.7	1000
保護膜層	SiO <sub>2</sub>	5	0.7	100

【0031】本実施例では金属クロム膜を蒸着する際の制御性、膜質再現性、使用環境を考慮してその膜厚は100オングストロームとした。

【0032】本実施例の樹脂製光学部品の高反射ミラーを70℃-85パーセントRHの高温・高湿槽に約250時間放置する加速試験をしたのち、その面精度、膜密着性、反射率、外観等について評価した結果、いずれも大きな変化は見られなかった。特に、面精度を干渉縞にて評価したところ、実施例1のものは、下地層3に熱膨張係数が下地層2に対し6パーセント未満のSiO等からなる酸化物を用いた場合と比較して極めて良好であって、高精度を維持することができた。

【0033】その面精度を干渉縞にて評価、比較した結果を図2から図4に示す。

【0034】図2は基板1と樹脂製レプリカ層2からなる樹脂製光学部品の格子面形状を干渉縞にて評価した写真を模式的に表した図である。

【0035】格子は図の縦方向に階段状に並んでおり、各段の段差のある所で、干渉縞がズレている。この図2では、格段の干渉縞はほぼまっすぐで、且つ隣り合う段と段の境界部での干渉縞が鋭利であることから、この格子の各段の面形状が極めて平滑であることがわかる。

【0036】図3は図4の下地層3にCr膜を用いた代わりに熱膨張係数のパーセンテージが0.7パーセントのSiO膜を使用したものである。すなわち、前記図2の樹脂製光学部品（基板1とレプリカ層2）の格子面上に3の下地層としてSiO膜を膜厚100オングストローム、金属反射層4としてAl膜を1000オングストローム、表面保護膜層5としてSiO<sub>2</sub>を真空蒸着法によって形成したもので、70℃-85%RHの高温・高湿槽にて250時間放置し、加速試験をした後の評価結

果である。

【0037】図4は、下地層3にCr膜を使用し上述した表1に記した構成からなる加速試験後の評価結果である。

【0038】図2から図4の評価、比較結果から明らかに、下地層3に熱膨張係数のパーセンテージが6パーセント未満からなるSiO膜を使用した場合、加速試験後の干渉縞が各段で大きく変形・湾曲している。特に隣り合う段と段の境界部分での変形が著しい。これに対し、図4の下地層3に熱膨張係数のパーセンテージが9.4パーセントのCr膜を使用した場合、加速試験後の干渉縞の各段での変形・湾曲は微小なものに留まっている。

【0039】この下地層3にCr膜を使用したサンプルで、高温・高湿による加速試験前後の反射率とピーク波長を測定した結果、いずれも変化が少なくなり、反射率で2パーセント以下、ピーク波長では短波長側に3ナノメートル以下のシフトに改善されており、反射型の色分解用回折格子としての機能を十分に満足する効果があった。

【0040】実施例2

下地層3として熱膨張係数が室温乃至100℃の範囲で、 $85 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ の金属チタン膜を膜厚300オングストロームとし、金属反射膜層4としてAg膜を膜厚1500オングストロームとした以外は実施例1と同様である。

【0041】本実施例の各層の熱膨張係数と膜厚を表2に示す。

【0042】

【表2】

構成名	材料名	熱膨張係数		蒸着膜厚 オングストローム
		$\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$	パーセント	
レプリカ層	紫外線硬化性樹脂	600	100	—
下地層	Ti	85	14.1	300
金属反射膜層	Ag	196	32.6	1500
保護膜層	SiO <sub>2</sub>	5	0.8	100

【0043】実施例2についても、上記実施例1と同様の加速試験を行ったのち、面精度、膜密着性、反射率、外観等について評価した結果、いずれも良好な結果が得られた。特に面精度は、高面精度を維持することができた。

【0044】実施例3  
下地層3として熱膨張係数が室温乃至100℃の範囲で  
160×10<sup>-7</sup>/℃のNi-Cu合金膜を膜厚100オ

\*ングストローム、金属反射膜層4としてAl膜を膜厚1000オングストロームとした以外は実施例1と同様である。

【0045】実施例の各層の膜厚および熱膨張係数を表3に示す。

20 【0046】

【表3】

構成名	材料名	熱膨張係数		蒸着膜厚 オングストローム
		$\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$	パーセント	
レプリカ層	紫外線硬化性樹脂	550	100	—
下地層	Ni-Cu	160	29.0	100
金属反射膜層	Al	250	45.4	1000
保護膜層	1 SiO <sub>2</sub>	5	0.9	840
	2 TiO <sub>2</sub>	81	14.7	600
	3 SiO <sub>2</sub>	5	0.9	100

【0047】実施例3についても上記実施例1と同様の加速試験を行った後、面精度、膜密着性、反射率、外観等について評価した結果、いずれも良好な結果が得られた。特に面精度は、高面精度を維持することができた。

【0048】実施例4

図5は、本発明の実施例4を表す樹脂製光学部品の高反射ミラーを示す模式部分断面図である。

【0049】基板1は光学ガラス等からなる。基板1の片面には、順次、階段型格子形状をもつ樹脂製のレプリ

カ層である所定のピッチで配列された三段型格子形状をもつ樹脂製レプリカ層2が設けられている。レプリカ層2に対して密着性および耐湿性の良好な下地層3は、金属膜層7と該金属膜層7に隣接する誘電体膜層8との交互層からなる。4は高反射率をもつ金属反射膜層、5は金属反射膜層4を大気中の水蒸気等による腐食と摩傷による粗面化等から防止するための保護膜層である。6は、光学ガラス1、レプリカ層2、下地層3（金属膜層7、誘電体膜層8）、金属反射膜層4、保護膜層5から

なる樹脂製光学部品の高反射ミラーである。

【0050】前記下地層3はレプリカ層2の格子形状が複雑に変化・湾曲することを軽減させるため、室温乃至100℃の範囲において、レプリカ層2の熱膨張係数を100パーセントとしたときに6パーセント以上の熱膨張係数をもつ金属膜層7と該金属膜層7に隣接する誘電体膜層8とで構成される。

【0051】レプリカ層2は紫外線硬化性樹脂製である。

【0052】このため、下地層3を構成する金属膜層7としては、タンタル、クロム、チタンまたは銅の単体もしくはこれらの2種以上からなる合金とするとよい。

【0053】また、誘電体膜層8は、酸化アルミニウムの単体もしくは酸化アルミニウムを主成分とした誘電体とするとよい。

【0054】また、レプリカ層2が吸水性を有するため、下地層3の金属膜の膜厚は、レプリカ層2から金属反射膜層4への腐食を防止することができる必要最小限の膜厚に形成する必要がある。このため下地層3の下限値は、下地層3を構成する金属膜層7と誘電体膜層8とで数10オングストロームとする必要がある。また、下地層3の膜厚の上限値は、例えば、紫外線硬化性樹脂材料を用いた場合には、その種類、照射エネルギーおよび照射時間等のレプリカ層2の成形条件と、金属反射膜層4の材料および膜厚と、保護膜層5の材料および膜厚とに関係し、500オングストローム以下とすることにより、良好な結果を得ることができる。

【0055】ただし、基板1およびレプリカ層2からなる樹脂製光学部品に下地層3、金属反射膜層4および保護膜層5からなる高反射ミラーを形成する際の加工条件の再現性や生産性および使用環境を考慮すると、下地層3の好ましい膜厚は150乃至400オングストロームとなる。このうち、金属膜層7の好ましい膜厚は40乃至100オングストロームで、誘電体層8の好ましい膜厚は110乃至300オングストロームである。

【0056】このように構成された色分解用の回折格子は、室温乃至100℃の範囲において、各格子段の面精度が±30ナノメートル以下の変形量を満足するように反射膜構成(下地層3(金属膜層7、誘電体膜層8)、

金属反射膜層4、保護膜層5)が設けられている。

【0057】また、このように構成された色分解用の回折格子は、特開平2-214370号公報等において知られているカラー画像読取り装置に用いられる。

【0058】次に、本実施例4を製造工程とともに説明する。

【0059】まず、実施例1と同様に、光学ガラスからなる基板1の片面に前記寸法を有する三段型格子形状をもつレプリカ層2を積層したレプリカを製造する。

【0060】上記レプリカを公知の真空蒸着装置中にセットして、真空排気を行って $3 \times 10^{-4}$  Torr 以上の高真空とし、抵抗加熱蒸着源や電子ビーム蒸着源にて、室温乃至100℃の範囲において、熱膨張係数がレプリカ層2の熱膨張係数を100パーセントとしたときに9.4パーセントである金属クロムを蒸発させ、レプリカ層2の表面に蒸着させて金属膜層7を形成した。

【0061】続いて、電子ビーム蒸着源により、室温乃至100℃の範囲において、熱膨張係数がレプリカ層2の熱膨張係数を100パーセントとしたときに9.7パーセントである酸化アルミニウムを蒸発させ、金属膜層7上に誘電体膜層8を隣接して形成させ、下地層3を形成した。

【0062】そののち、抵抗加熱蒸着源または電子ビーム蒸着源により、金属アルミニウムを蒸発させて、前記下地層3上に金属アルミニウム膜の膜厚が1000オングストロームになるように蒸着させて、金属反射膜層4を形成した。

【0063】ついで、電子ビーム蒸着源により、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を約3%含有した二酸化ケイ素を蒸発させて、二酸化ケイ素の膜厚が130オングストロームになるように蒸着させて保護膜層5を形成した。

【0064】そののち、真空蒸着装置の圧力を大気圧まで昇圧し、樹脂製光学部品の高反射ミラー6を取出す。

【0065】上述のように製造した実施例4の樹脂製光学部品の高反射ミラーについて、室温乃至100℃の範囲における各層の膜厚および熱膨張係数を表4に示す。

【0066】

【表4】

構成名		材料名	熱膨張係数		蒸着膜厚 オングストローム
			$\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$	パーセント	
レプリカ層		紫外線硬化性樹脂	700	100	—
下地層	金属膜層	Cr	66	9.4	60
	誘電体膜層	$\text{Al}_2\text{O}_3$	68	9.7	150
金属反射膜層		Al	250	35.7	1000
保護膜層		$\text{SiO}_2 (\text{Al}_2\text{O}_3)$	27.5	3.9	130

【0067】実施例4では、金属Cr膜と、誘電体 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 膜を蒸着する際の制御性、膜質再現性、使用環境を考慮して各々の膜厚は60オングストローム、150

【0068】実施例4についても上記実施例1と同様の加速試験を行った後、面精度、膜密着性、反射率、外観等について評価した結果、いずれも良好な結果が得られた。特に面精度は、高面精度を維持することができた。

【0069】実施例5

下地層3の金属膜層7として熱膨張係数が室温乃至100°Cの範囲で、 $66 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ の金属クロム膜を膜厚\*

\*60オングストローム、金属膜層7に隣接する誘電体膜層8として熱膨張係数が室温乃至100°Cの範囲で、 $81 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ の酸化チタン膜を膜厚120オングストローム、金属反射膜層4としてAl膜を膜厚1000オングストローム、保護膜層5として $\text{Al}_2\text{O}_3$ を約3%含有した $\text{SiO}_2$ 膜を膜厚100オングストロームとした、以外は実施例4と同様である。

【0070】本実施例5の各層の熱膨張係数と膜厚を表5に示す。

【0071】

【表5】

構成名		材料名	熱膨張係数		蒸着膜厚 オングストローム
			$\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$	パーセント	
レプリカ層		紫外線硬化性樹脂	700	100	—
下地層	金属膜層	Cr	66	9.4	60
	誘電体膜層	$\text{TiO}_2$	81	11.5	120
金属反射膜層		Al	250	35.7	1000
保護膜層		$\text{SiO}_2 (\text{Al}_2\text{O}_3)$	27.5	3.9	100

【0072】実施例5についても上記実施例1と同様の加速試験を行った後、面精度、膜密着性、反射率、外観等について評価した結果、いずれも良好な結果が得られた。特に面精度は、高面精度を維持することができた。

【0073】

【発明の効果】本発明は上述のとおり構成されているので、次に記載するような効果を奏する。

【0074】樹脂製光学部品の上に形成されている格子形状の面精度が高温・高湿環境下においても高精度が維持されるので、反射率の減少とピーク波長のシフトが低

減し、本来の反射型色分解用の回折格子としての光学機能を発揮することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の樹脂製光学部品の高反射ミラーの一実施例の模式断面図である。

【図2】樹脂製光学部品の面精度を干渉縞で評価した図である。

【図3】樹脂製光学部品の面精度を干渉縞で評価した図である。

【図4】本発明の樹脂製光学部品の面精度を干渉縞で評

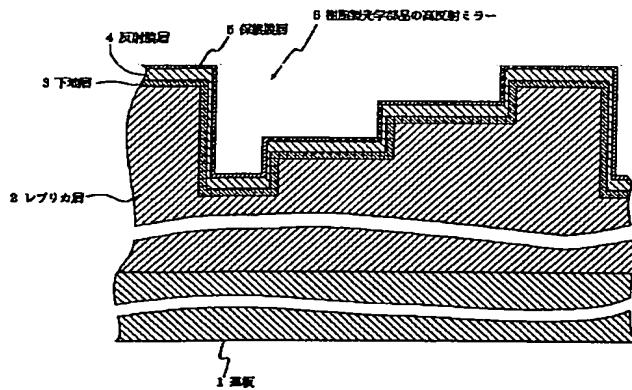
\* 価した図である。

【図5】本発明の樹脂製光学部品の高反射ミラーの他の実施例の模式断面図である。

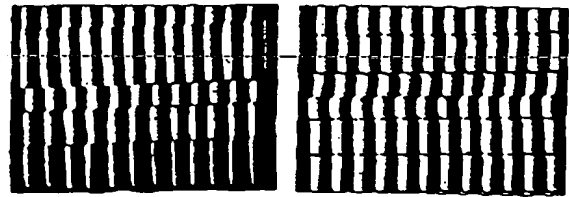
【符号の説明】

- 1 基板
- 2 レプリカ層
- 3 下地層
- 4 金属反射膜層
- 5 保護膜層
- 6 樹脂製光学部品の高反射ミラー

【図1】

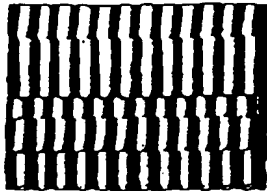


【図2】



【図3】

【図4】



【図5】

